

La forme alpine de l'isoète des lacs (*Isoëtes* lacustris*)

Claude Béguin

Bull. Murith, 129/2011 (2012) : 63-72

Claude Béguin

CH-2067 Chaumont

cfbeguin@bluewin.ch

En souvenir du Professeur Krajina

Des relevés de végétation sont effectués dans les trois stations connues des Alpes abritant l'isoète des lacs. Ils confirment et précisent les comportements phytosociologiques et écologiques particuliers de cette espèce en altitude. On montre que ce type de végétation peut difficilement être rattaché à l'association du rubanier et de l'étoile d'eau des marais (*Callitricho-Sparganietum*) aussi bien par sa composition floristique, sa structure et sa physiognomie que par ses facteurs environnementaux.

Die alpine Art des See-Brachsenkraut (*Isoëtes lacustris*). Das See-Brachsenkraut kommt in den Alpen an drei Standorten vor, an welchen für die vorliegende Studie je eine Vegetationsaufnahme gemacht wurde. Die Resultate bestätigen und präzisieren das außergewöhnliche phytosoziologische und ökologische Verhalten dieser Pflanze in den Höhenlagen. Wir zeigen, dass der vorgefundene Vegetationstyp kaum mit der Sumpf-Wasserstern- und Igelkolben-Assoziation (*Callitricho-Sparganietum*) gleichgesetzt werden kann, weder aufgrund der Artenzusammensetzung, der Struktur und Physiognomie, noch durch die Umweltfaktoren.

Mots clés

Phytosociologie,
Isoëtetum lacustris,
synécologie,
répartition, paysage
végétal

Schlüsselwörter

Phytosociologie,
Isoëtetum lacustris,
Synoekologie,
Verbreitung,
Landschaft

* L'astérisque renvoie au lexique en fin d'article

INTRODUCTION

Originnaire d'Eurasie et du Nord de l'Amérique, *Isoëtes lacustris* (Isoétacées) se rencontre le plus souvent dans les régions subocéaniques sur silice. Il s'agit d'une plante basse ressemblant à un petit jonc submergé. Une description complète de l'isoète peut être trouvée en consultant par exemple BRAUN-BLANQUET & RÜBEL (1932-1935), BECHERER (1956a, 1972c), AESCHIMANN & al. (2004), LANDOLT & al. (2010). Dans les fiches pratiques pour la conservation, KÄSER-MANN & MOSER (1999) donnent un très bon aperçu général du rare isoète des Alpes suisses (écologie et sociologie, responsabilité, distributions générales et menaces). Cet hydrophyte* atypique possède une forme (fig. 1, cf. p. 3) et un comportement particulier dans le milieu alpin (WOLF 1945, ENDRESS & GRAESER 1972). A-t-il le même statut syntaxonomique ? A quelle association faut-il le rattacher ? A-t-il le même nombre chromosomique $2n = 110$ qu'en plaine ? Des essais de culture et des recherches taxonomiques sont en cours à ce sujet.

BUT

Il s'agit de faire le point sur la situation de l'isoète des lacs dans les Alpes en 2011 et apporter quelques compléments phytosociologique et synécologique. Selon KÖRNER (2003), ces milieux aquatiques alpins sont de bonnes sentinelles pour l'étude des changements climatiques. OERTLI & al. (2000) font remarquer que la végétation ouverte de ces milieux laisse facilement

la place à des espèces invasives ou en expansion. Il convient donc de décrire dès que possible l'état actuel des lacs d'altitude en prévision de changements rapides qui pourraient affecter les écosystèmes alpins (réchauffement climatique, accélération des processus d'atterrissement).

La rareté de l'isoète en Suisse demande de bien recenser et de divulguer ce que l'on sait de cette forme alpine pour mieux la protéger.

Il s'agit enfin de tenter de définir ce que l'avenir réserve à cette plante menacée, à court et à moyen terme.

MÉTHODE

SITES ÉTUDIÉS

Les trois stations étudiées se situent dans les Alpes centrales, dans les cantons du Valais (Carte nationale de la Suisse 1 : 25 000 Binntal 1270), d'Uri (C. N. Val Bedretto 1251) et des Grisons (C.N. Hinterrhein 1254). Le climat est de type sub-océanique d'altitude. L'isotherme du 0°C fluctue entre 2 200 et 2 300 m.

ANALYSE DE LA VÉGÉTATION

La végétation a été étudiée au moyen de relevés phytosociologiques (BRAUN-BLANQUET 1964, GUINOCHET 1973) sur des surfaces homogènes de 1 à 10 m². La nomenclature des plantes vasculaires suit LAUBER & WAGNER (2007). La position systématique des relevés a été évaluée sur la base de GRABHERR & MUCINA (1993), THEURILLAT & al. (1995), SCHUBERT & al. (2010).

FIGURE 1 — L'isoète* des lacs dans les Alpes est une plante aquatique (vert foncé) de 2-5 cm qui ressemble à de petites touffes d'herbe submergées. A notre connaissance, elle n'a pas été trouvée sur des rivages exondés mais en eaux souvent assez profondes. Remarquez la base engainante hyaline des feuilles renfermant les sporanges. Echantillons du Mässersee. Photo: Emmanuel Gerber





FIGURE 2 – Mäussersee (Binntal, Valais). A gauche, versant rocaillieux sus-jacent au lac (avec mélèze, saule, rhododendron, myrtille), indirectement favorable au développement de l'Isoëtetum lacustris. A droite, replat herbeux (nard, trichophore, jonc, laïche, linaigrette) favorable au Callitricho-Sparganietum. Photo: Claude Béguin

RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'ASSOCIATION SPÉCIALISÉE

DE L'ISOÈTE DES LACS DANS LES ALPES SUISSES

Isoëtetum lacustris ass. nov. Hoc loco (holotypus relevé R1, **tab. 1, fig. 1 et 2**)

D'une manière générale, le tableau phytosociologique dont tous les relevés ont été effectués en fin de période estivale, montre que l'association de l'isoète dans les Alpes se rencontre pour l'instant

- sous une forme monospécifique
- sous une « forme orophile naine »
- uniquement aux étages subalpin supérieur et alpin inférieur, soit au niveau des landines* dans la « zone de combat » pour reprendre l'expression de FAVARGER & ROBERT (1995). Altitude moyenne des 4 lacs: 2 084 m. La tranche altitudinale est très étroite, comprise entre 2 053 et 2 129 m
- avec une taille réduite (aucun échantillon observé dépasse 5 cm alors qu'en plaine la hauteur varie de 8 à 20 cm); peut-être que l'isoète se développe encore un peu sous l'eau en septembre et en octobre

- seulement sur des roches siliceuses (ortho-paragneiss riches en biotites et muscovites, schistes silicatés, micaschistes, granit, serpentine)

La profondeur moyenne de l'eau pour les 8 relevés s'échelonne entre 10 et 100 cm (isoètes observés entre 5-150 cm dans les situations les plus extrêmes). A l'étiage, l'isoète est toujours submergé souvent en compagnie de têtards de grenouille rousse! Si le recouvrement total de l'isoète peut atteindre environ 35 % à 1 m de profondeur dans les plus denses colonies du Mäussersee, il décroît rapidement et devient rare en progressant vers la rive, à la limite des eaux permanentes. Des observations identiques ont été faites sur les trois autres lacs mais de façon moins spectaculaire. De plus, l'isoète lacustre se rencontre

- dans des lacs relativement grands (moyenne des 4 lacs: environ 32 000 m²) à l'exclusion des petits lacs environnants ayant une surface d'environ 100 à 2 000 m²
- dans des lacs dont la mise en eau se fait par des précipitations atmosphériques et non par une alimentation glaciaire

- dans des lacs d'érosion glaciaire (profondeur minimale de 2 m). Présence d'îles sous forme d'affleurements rocheux ou de blocs éboulés
- dans des lacs ayant une faible variation de niveau d'eau
- dans des lacs agités par des vents faibles, par exemple au San Bernardino (WOLF 1948). Chacune des trois stations apporte son lot d'informations visant à une meilleure connaissance phytosynécologique.

L'<i>Isoëtetum lacustris</i>, une association spécialisée des lacs oligotrophes subalpins-alpins								
Relevé (R)	1	2	3	4	5	6	7	8
Altitude (m)	2 129	2 129	2 091	2 091	2 062	2 062	2 062	2 053
Recouvrement (%)	35	0.5	15	0.1	1	2	0.1	25
Surface (m ²)	4	1	1	10	1	1	5	2
Profondeur de l'eau (cm)	90	10	30	30	20	20	15	50
Grandeur des lacs (ha)	0.5	0.5	3.7	3.7	7.5	7.5	7.5	1
Hauteur des isoètes (cm)	2	2	3	5	4	3	4	3
Espèce caractéristique absolue d'association								
<i>Isoètes lacustris</i> (forme alpine)	3.3	+	2.2	+	1.3	1.2	+2	3.3
Compagnes								
Mousses noires (non déterminées)			2.2	2.2	1.2	+2	+2	2.2
Algues filamenteuses (non déterminées)					+	1.2	+2	+2

TABLEAU 1 — Tableau phytosociologique de l'*Isoëtetum lacustris* des Alpes ass. nov.**Annexes - localisation et dates des relevés du tableau 1:**

- R1. Mässersee / Binn. 660.660 / 134.000 le 15 septembre 2011
- R2. Mässersee / Binn. 660.625 / 134.000 le 15 septembre 2011
- R3. Lago della Piazza / S. Gottardo. 686.375 / 156.875 le 22 août 2011
- R4. Lago della Piazza / S. Gottardo. 686.350 / 156.750 le 22 août 2011
- R5. Laghetto Moesola / Passo del San Bernardino. 732.975 / 150.400 le 23 août 2011
- R6. Laghetto Moesola / Passo del San Bernardino. 732.975 / 150.375 le 23 août 2011
- R7. Laghetto Moesola / Passo del San Bernardino. 733.050 / 150.600 le 24 août 2011
- R8. Marscholsee / Passo del San Bernardino. 732.925 / 152.450 le 24 août 2011

La station valaisanne du Mäussersee

C'est la station valaisanne qui abrite le plus important peuplement d'isoètes lacustres au-dessus de 2000 m. Le lac en offre une véritable culture sur une pente douce et régulière jusqu'à 2 m de profondeur. Curieusement, l'isoète sempervirent, bien visible de la rive, se cantonne dans la partie sud du lac à l'opposé de l'exutoire au nord. Pourtant des feuilles et des fragments d'isoètes déracinés ont été observés montant facilement à la surface de l'eau grâce à leurs canaux aérifères. Ils flottent ensuite vers les zones non colonisées, entraînés par de légers courants d'eau et/ou de vent. Pourquoi, avec leurs sporanges cachés dans les bases des feuilles, ne colonisent-ils pas l'autre côté du lac où les facteurs écologiques semblent être les mêmes ? Peut-on imaginer qu'à cet endroit, l'arrivée du sentier avec son flot de touristes ne demandant qu'à faire trempette puisse expliquer cette absence quasi totale. Il est vrai que dans la vase* et le sable, ce délicat hydrophyte est facilement écrasé et déraciné. Une telle hypothèse nous paraît pourtant peu vraisemblable. On pourrait l'invoquer pour expliquer une diminution de la densité des populations mais non son absence. Une progression très lente par voie végétative (stolons, rhizomes verticaux) nous paraît également peu probable. Il faudra rechercher le(s) facteur(s) écologique(s) limitant(s) qui freine(nt) la progression ou inhibe(nt) l'installation de l'isoète. Notons à ce propos que l'extrémité sud du lac est surmontée d'un versant concave frais à longue durée d'enneigement (*Rhododendro-Vaccinion*) avec des affleurements rocheux débitant et alimentant le lac en blocs parallélépipédiques rectangles de plusieurs décimètres de longueur. Par contre, l'extrémité nord est bordée essentiellement de pelouses (parvocariçaie acidophile) et de landes plus thermophiles qui apportent d'une façon ou d'une autre plus de terre fine* et de matière organique (**fig. 2, 4 et 5**). Par ailleurs, un transect perpendiculaire à la rive sud du lac et traversant l'association de l'étoile d'eau des marais et du rubanier à feuilles étroites (*Callitricho palustris-Sparganietum angustifolii* Br.-Bl. 1919) montre que l'isoète se développe bien en colonies au-delà de cette association, entre 1 et 2 m de profondeur. L'isoète n'a pas été rencontré sur les rives asséchées en dehors de l'eau, contrairement au rubanier (DELARZE & GONSETH 2008).

Concernant les menaces à court terme, il est vrai que la baignade dans ce lac facilement réchauffé en fin de journée et en fin de saison, notamment dans sa partie la plus ensoleillée, est tentante.

A moyen terme, les modifications climatiques annoncées (réchauffement avec périodes de sécheresse prononcées, fonte rapide de la neige et des névés) pourraient conduire à un assèchement des lacs alpins qui ne possèdent pas un bassin d'alimentation suffisant.

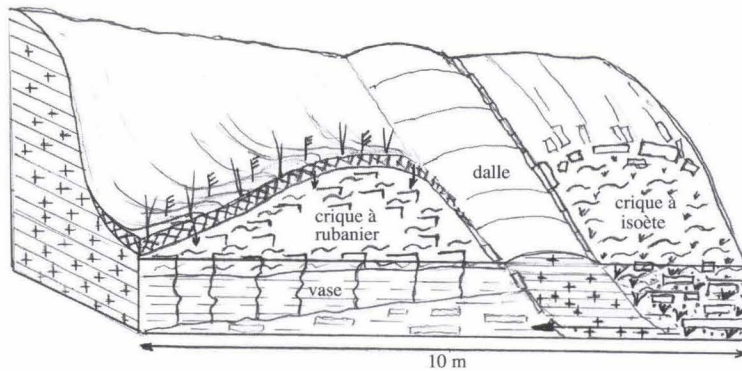
La station grisonne du San Bernardino Laghetto Moesola.

Ce grand lac alpin est riche d'enseignement du point de vue écologique. Les deux dispositifs géomorphologiques correspondant aux relevés R6 et R7 permettent de mieux comprendre la localisation des isoètes au bord du lac. Ils montrent en outre que l'*Isoëtetum lacustris* et le *Callitricho-Sparganietum* ne se mélangent pas.

Dans le premier cas (R6), un promontoire sous forme de grande dalle s'avance dans le bras sud du lac et sépare les deux associations en deux criques* distinctes. (**fig. 3**). Le courant d'eau vers l'exutoire, renforcé par l'étranglement, élimine en grande partie les plus fines particules minérales ainsi que la litière de la première crique, où se développent les isoètes. Il les dépose dans la crique plus calme de l'autre côté du promontoire où s'accumule une couche de vase argilo-limoneuse de 10 à 15 cm d'épaisseur, favorable au développement du rubanier (macrophyte* à feuilles flottantes) mais pas à celui de l'isoète (microphyte* submergé).

Dans le second cas (R7, nouvel emplacement au N-E du lac), on retrouve un dispositif géomorphologique semblable, composé d'une masse rocheuse qui s'avance et se prolonge sous l'eau pour ressurgir sous forme d'une île au milieu du lac. Au nord de ce promontoire rocheux, sous le front des schistes silicatés, on observe une crique d'une dizaine de m de diamètre au fond de laquelle se jettent un ruisseau et ses alluvions. Comment s'opère la répartition de la terre fine* et de la blocaille ? Toujours est-il que là encore l'isoète suit le bord rocailleux du promontoire qui débite des blocs aplatis sous forme de parallélépipèdes de 5 à 100 cm de diamètre dans une matrice de sable grossier. Par contre, une petite colonie de rubaniers s'installe en face sur un fond de vase* plus épais surmonté d'un sol tourbescent (d'une quarantaine de cm) et recouvert de laîches brunes.

D'une manière générale, les constructions du restaurant et de la route en bordure ouest du lac ont certainement porté préjudice au peuplement d'isoètes qui se trouve dans une zone favorable par rapport à ce qui vient d'être dit.



Légende

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| ✦ Association de l'isoète des lacs (<i>Isoëtetum lacustris</i>) | + + Roche siliceuse |
| ⋮ Association du rubanier à feuilles étroites et de l'étoile d'eau des marais (<i>Callitricho-Sparganietum</i>) | — Vase |
| ⋮ Nard (<i>Nardus stricta</i>) et trichophore gazonnant (<i>Trichophorum cespitosum</i>) | ⊞ Horizon humifère |
| ⋮ Parvocariçaie acidophile (<i>Caricion fuscae</i>) | ⊞ Gros blocs...sable |

Marscholsee

Selon KÄSERMANN & MOSER (1999), ce lac restait à contrôler. Il est vrai qu'entouré essentiellement de pelouses à nard, à carex et à trichophore, l'isoète ne trouve pas un milieu favorable sous cette bordure palustre*. Ce site n'offre, à notre connaissance, qu'une jolie colonie d'isoètes peu visible et cantonnée au S-O du lac, près du point 2053. Or c'est précisément l'endroit qui correspond à nouveau à un promontoire d'une roche schistée plus résistante à l'érosion. Ainsi dans ce troisième lac, on retrouve une répétitivité non seulement de la composition floristique (**R8, tab. 1**) mais aussi du dispositif édaphique (géologie, géomorphologie et pédologie).

Autres lacs avoisinants

La recherche de nouveaux lacs à isoètes nous a conduits au nord puis à l'est du lac Moesola. Tous les lacs visités étaient plus petits que les trois lacs dont il a été question.

Une première catégorie de lacs présentait des milieux proches de ceux favorables au développement de l'isoète dans les Alpes, c'est-à-dire des milieux plus minéraux qu'organiques. Mais les lacs étaient à fond plat et trop peu profonds, situés au-dessus de 2100 m. Certains étaient déjà asséchés. D'autres allaient le devenir tôt ou tard. Si bien que l'altitude et le manque

d'eau apparaissaient comme des facteurs écologiques limitants. Ce qui tend à confirmer que l'*Isoëtetum lacustris* est plus une association aquatique* que semi-aquatique* et qui ne supporte peut-être pas des conditions de vie extrêmes en dehors de l'eau (gel, concurrence).

Une seconde catégorie de petits lacs présente régulièrement une combinaison de deux ou trois associations qui n'offrent pas ce caractère rocheux, rocaillieux et sablonneux propres aux stations où nous avons observé l'isoète. Il s'agit de l'association du rubanier à feuilles étroites (*Callitricho-Sparganietum*) et/ou de l'association de la laïche à bec crochu (*Caricetum rostratae* p.p. Oswald 1923 em. Dierseen 1982) et/ou encore d'un groupement à linaigrette à feuilles étroites (*Eriophorum angustifolium*) qui toutes reposent sur des bas-fonds vaseux et tourbeux.

La station uranaise du Gotthard

La station d'isoètes du Col du Gotthard à 2091 m d'altitude est située sur un terrain circulaire assez plat, au centre duquel se trouve un lac d'un bleu profond (cyanobactéries) agité par la force et la fréquence des vents, il Lago della Piazza. L'emplacement découvert en 1990 dans l'angle nord-est du lac, à l'opposé de l'exutoire, correspond à un dispositif géomorphologique composé d'une beine* lacustre bordée de

FIGURE 3 — Dispositif géomorphologique semi-schématique montrant l'importance d'un banc rocheux résistant à l'érosion et déterminant deux criques en bordure de lac (San Bernardino), l'une à isoète lacustre sur fond minéral grossier dominant, l'autre à rubanier sur fond argilo-lehmeux dominant à une profondeur moindre.



FIGURE 4 – Etat d'assèchement du *Callitricho-Sparganietum* (association du rubanier à feuilles étroites) le 18 septembre 2011 au N-E du Mässersee. Les surfaces de rives temporairement asséchées sont rares autour des quatre lacs abritant l'isoète. Photo : Claude Béguin



FIGURE 5 – Par opposition à la figure 4 qui offre un lit vaseux dans une zone semi-aquatique, cette figure montre le milieu aquatique rocheux de l'*Isoëtum lacustris* des Alpes. Photo : Claude Béguin

gros blocs de granit entre lesquels se déposent, par alluvionnement, du sable et des cailloutis glaciaires (**fig. 5**). Cette beine lacustre, sur laquelle repose une bande clairsemée d'isoètes difficiles à repérer, est surmontée de roches moutonnées qui se désagrègent en s'enfonçant dans le lac. Ce type de milieu aquatique s'oppose bien au milieu semi-aquatique vaseux du *Callitricho-Sparganietum* (**fig. 3**).

L'impact de l'homme à proximité du lac (étangs, routes, restaurant, hospice et constructions diverses) est plus important que celui du Mässersee. Si, dans la zone de l'isoète, le degré d'hémérobie* est de 1 selon l'échelle de GEHU & GEHU (1981), il est par place de 12 à 13 au sud du lac avec le complexe touristique. Nos observations phytosociologiques et synécologiques laissent à penser que l'isoète lacustre doit avoir connu un plus grand essor avant les aménagements du col.

POSITION SYNSYSTÉMATIQUE

En Autriche ou en Allemagne, lorsqu'à l'étage collinéen, l'*Isoëtes lacustris* se rencontre en compagnie des rares espèces caractéristiques de l'alliance du *Littorellion uniflorae* W. Koch 1926 (Syn. *Isoëtium lacustris* Nordh. 1937) soit *Isoëtes echinospora*, *Ranunculus reptans* et *Myriophyllum alterniflorum*, il peut être facilement rattaché à l'*Isoëtetum echinosporae* W. Koch 1926 avec *Subularia aquatica*, ou à l'*Isoëto-Lobelietum* R. Tüxen 1937 avec *Lobelia dormanniana*. Même s'il existait une alliance vicariante altitudinale du *Littorellion*, il serait difficile d'y placer l'association à isoète des Alpes étant donné que cette dernière est franchement aquatique, complètement submergée, se comportant comme un ténagophyte* et non plus comme un hydrophyte*.

Dans les Alpes, l'isoète croît dans un tout autre milieu, toujours seul, sans espèces caractéristiques d'alliance (tableau phytosociologique I) et sans autres espèces compagnes, sauf s'il entre en contact avec l'association du rubanier (*Callitricho-Sparganietum*). Si l'on cherche à donner un nom à cette association alpine spécialisée et monospécifique, force est de l'appeler *Isoëtetum lacustris*, au même titre que l'*Isoëtetum echinosporae*.

Devant la difficulté phytosociologique à rattacher la végétation de cette forme alpine à une alliance appartenant aux ordres des *Littorelletalia* ou des *Isoëtalía* (PIETSCH 1995), on suggère de la maintenir tout de même dans le *Littorellion* sans la classer dans les groupements à potamots qui, eux aussi sont submergés mais qui possèdent une structure différente.

LE PAYSAGE VÉGÉTAL DES MILIEUX AQUATIQUES SUBALPINS SUPÉRIEURS

Au niveau paysager, troisième niveau d'intégration, les quatre lacs en question représentent chacun un même petit complexe végétal qui est composé de groupements spécialisés et appelé hypogéosigmassociation dans le jargon géosymphytosociologique*.

THEURILLAT (1992, p. 332) décrit deux unités paysagères (hypogéosigmassociations) des lacs plus ou moins temporaires dans la région d'Aletsch. C'est avec la première de ces unités, la plus élevée en altitude (*Callitricho-Sparganieto-Cariceto rostratae-hypogeosigmatum*), 2 230 m que les quatre lacs à *Isoëtes lacustris* des Alpes présentent le plus grand degré de parenté. Les unités caractéristiques principales sont le *Caricetum rostratae* et le *Callitricho-Sparganietum*, le premier occupant les endroits toujours en eau sur fond tourbescent, le second pouvant se trouver asséché parfois. En fait, si l'on veut être précis avec la localisation de l'isoète, il faut bien faire la distinction entre les milieux aquatiques s.str. et les milieux semi-aquatiques ou aquatiques temporaires. L'isoète des Alpes étant une espèce ténagophyte*, c'est-à-dire accomplissant son cycle entièrement sous l'eau, ne supportant pas une période de sécheresse (microphyte* submergé), il paraît logique de la prendre comme espèce constituante de l'unité paysagère des milieux aquatiques. Dans cette hypogéosigmassociation, l'*Isoëtetum lacustris* apparaît comme une variante.

CONCLUSION

L'analyse phyto-écologique menée dans les Alpes suisses à propos d'*Isoëtes lacustris* montre que son statut taxonomique devrait être étudié. En altitude, l'isoète se présente comme une espèce aquatique et non pas comme une espèce amphibie. Il forme une association monospécifique que l'on appelle, faute de mieux *Isoëtetum lacustris* ass. nov. L'isoète des lacs, vivace sous sa forme alpine, prend ici la valeur de caractéristique régionale absolue.

L'association rarissime de l'isoète des lacs doit être protégée. Si sa biodiversité en espèces est pauvre, elle augmente néanmoins la biodiversité au niveau paysager, c'est-à-dire à un deuxième niveau d'intégration. Ce faisant, elle augmente le nombre d'éléments constitutifs du paysage. Elle rend l'analyse géosymphytosociologique plus discriminante. En l'occurrence, le paysage correspondant aux quatre lacs à isoètes étudiés correspond à une « variante » du paysage végétal des milieux aquatiques subalpins

supérieurs, mis en évidence dans la région d'Aletsch par THEURILLAT (1992).

A notre avis, les plus graves menaces sont l'envasement, l'eutrophisation, les prises d'eau et les comblements s.l. (déchets humains, travaux divers).

L'association dépend de conditions écologiques particulières. Elle est strictement inféodée aux rives sablo-rocailleuses. Son existence est aussi menacée par le réchauffement climatique en cours avec des périodes de sécheresse plus accentuées en été (HAEBERLI & BENISTON 1998, THEURILLAT & GUISAN 2001, SWISS CLIMATE CHANGE SCENARIOS CH 2011). Nous supposons que ce changement climatique pourrait favoriser indirectement l'évolution de l'*Isoëtetum lacustris* vers des groupements à *Rorippa islandica*, autrement dit vers des groupements de rives temporairement asséchées ayant une grande amplitude climatique et édaphique. L'association du cresson d'Islande (*Veronico tenellae-Rorippetum islandicae* Béguin 2011), par exemple, peut se développer aux étages subalpin-alpin aussi bien sur des terrains limoneux que sur des sols rocailleux, voire au pied ou dans des fentes de rochers.

On peut espérer qu'une prospection approfondie des lacs alpins révélera de nouvelles colonies et que la fonte des glaciers libérera des stations propres à accueillir cette forme aquatique particulière de l'isoète des lacs.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent à Jacqueline Détraz-Méroz, Pascal Vittoz, Jean-Paul Theurillat, Jacques Bovet et Emmanuel Gerber pour leur précieuse collaboration.

BIBLIOGRAPHIE

- AESCHIMANN, D., K. LAUBER, D. M. MOSER & J.-P. THEURILLAT 2004. *Flora alpina*. Belin, Paris. 3 vols.
- BECHERER, A. 1956. *Florae vallesiaca supplementum* – Supplement zu Henri Jaccards «Catalogue de la Flore valaisanne». *Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges.* 81: 1-556.
- BECHERER, A. 1972c. *Führer durch die Flora der Schweiz mit Berücksichtigung der Grenzgebiete*. Schwabe & Co. AG, Basel. 207 pp.
- BEGUIN, Cl. 2011. L'association arctico-alpine du cresson d'Islande (*Veronico tenellae-Rorippetum islandicae*). *Bull. Murithienne* 128/2010: 51-63.
- BRAUN-BLANQUET, J. & E. RÜBEL 1932-1935. *Flora von Graubünden – Vorkommen, Verbreitung und ökologisch-soziologisch Verhalten der wildwachsenden Gefäßpflanzen Graubünden und seiner Grenzgebiete*. Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel, Zürich 7.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964. *Pflanzensoziologie*. Ed. 3. Springer, Wien, 865 pp.
- DELARZE, R. & Y. GONSETH 2008. *Guide des milieux naturels de Suisse*. Ed. 2, Rossolis, Bussigny, 424 pp.
- ENDRESS, P.K. & S. GRAESER 1972. *Isoëtes lacustris* L. – Ein Neufund in der Schweiz und seine pflanzengeographische Bedeutung. *Mitt. Bot. Mus. Univ. Zurich* 258: 1-14.
- FAVARGER, C. & P.-A. ROBERT 1995. *Flore et végétation des Alpes*. Ed. 3. Delachaux & Niestlé, Lausanne, 256 pp.
- GEHU, J.-M. & J. GEHU 1981. Essai d'évaluation phytocœnotique de l'artificialisation des paysages. *Séminaire Phytosociol. Appliquée. Indices Biocœnotiques*. Metz: 95-120.
- GRABHERR, G. & L. MUCINA 1993. *Die Pflanzengesellschaften Österreichs*. Teil II. Fischer, Jena.
- GUINOCHET, M. 1973. *Phytosociologie*. Masson, Paris, 227 pp.
- HAEBERLI, W. & M. BENISTON 1998. Climate change and its impacts on glaciers and permafrost in the Alps. *Ambio* 27: 258-265.
- KÄSERMANN, F. & D. M. MOSER 1999. *Fiches pratiques pour la conservation. Plantes à fleurs et fougères*. OFEFP, Berne, 344 pp.
- KÖRNER, C. 2003. *Alpine Plant Life* ged. 2. Springer, New York.
- LANDOLT, E., B. BÄUMLER, A. ERHARDT, O. HEGG, F. KLÖTZLI, W. LÄMMLER, M. NOBIS, K. RUDMANN-MAURER, F. H. SCHWEINGRUBER, J.-P. THEURILLAT, E. URMI, M. VUST & T. WOHLGEMUTH 2010. *Flora indicativa*. Haupt, Bern. 376 pp.
- LAUBER, K. & G. WAGNER 2007. *Flora Helvetica*, 3^e éd. Traduction de l'allemand et adaptation E. Gfeller, Haupt, Bern – Stuttgart.

- OBERDORFER, E. 1979. *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*. Ulmer, Stuttgart.
- OERTLI, B., D. AUDERSET JOYE, E. CASTELLA, R. JUGE & J.-B. LACHAVANNE 2000. *Diversité biologique et typologie écologique des étangs et petits lacs de Suisse*. Swiss Agency for the Environment, Forest and Landscape. Laboratory of Aquatic Ecology and Biology (LEBA), University of Geneva.
- PIETSCH, W. 1995. Classification problems of European Littorelletea communities. *Annali di Botanica* Vol.LII : 59-64.
- SCHUBERT, R. W. HILBIG & S. KLOTZ 2010. *Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Deutschlands*, 2. éd. Springer-Verlag, Heidelberg, 472 pp.
- SWISS CLIMATE CHANGE SCENARIOS CH 2011. C2SM, Meteo Swiss, ETH, NCCR Climate, and OCCC, Zürich. 88 pp.
- THEURILLAT, J.-P. 1992. Etude et cartographie du paysage végétal (symphytocoenologie) dans la région d'Aletsch (Valais, Suisse). Développement historique et conceptuel de la symphytocoenologie, niveaux de perception, méthodologie, applications. *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 68, 384 pp. + tabl. + cartes.
- THEURILLAT, J.-P., AESCHIMANN, D., KÜPFER, P. & R. SPICHIGER 1995. The higher Vegetation Units of the Alps. *Colloques Phytosociologiques XXII. Large area vegetation surveys*, Bailleul : 190-239.
- THEURILLAT, J.-P. & A. GUIBAN 2001. Potential impact of climate change on vegetation in the European Alps: a review *Climatic Change* 50 : 77-109; 53 : 529-530.
- WOLF, H. 1945. Isoëtes lacustris L. Eine neue Art für die Gefässpflanzenflora der Schweiz. *Verh. Schweiz. Naturf. Ges.* 125 : 172-173.
- WOLF, H. 1948. Hydrobiologische Untersuchungen an den hochalpinen Seen des San Bernardinopass. *Z. Hydrologie* 10 : 101-244.

LEXIQUE

(se rapporte aux mots signalés par un * dans le texte)

Aquatique : qui vit dans l'eau douce

Atterrissement : comblement progressif d'un plan d'eau, généralement sous l'effet de l'accumulation des débris des végétations aquatiques et amphibies et des vases retenues conduisant à son exondation

Beine : au-delà de la grève inondée s'étend une terrasse plus ou moins large, sous une profondeur d'eau plus ou moins grande

Crrique : petite anse sableuse d'échouage inscrite dans un littoral rocheux

Edaphique : se dit des facteurs liés au sol qui ont une

influence profonde sur la répartition des êtres vivants

Géosymphytosociologie : science des paysages végétaux qui étudie plus précisément l'étape caténale (ensemble de communautés végétales contiguës).

Concrétisation paysagère du phénomène de zonation
Hémérobie : altération anthropique de la nature, incluant artificialisation, dénaturation et pollution. Le degré d'hémérobie des groupements végétaux peut être apprécié selon différentes échelles

Hydrophyte : plante dont l'appareil végétatif, enraciné ou non, se trouve sous l'eau ou flotte, l'appareil reproducteur pouvant émerger

Isoëtes : nom latin. Le mot vient de la racine grecque iso (égal) et eto (année). Ce nom de genre fait allusion à l'aspect toujours vert de ces plantes (semblable à lui-même toute l'année)

Landine : terme principalement utilisé pour qualifier les landes basses d'altitude, riches en Rhododendron, Vaccinium, Loiseleuria, développées aux étages alpins et subalpins des Alpes et des Pyrénées

Macrophyte : végétal de grande taille croissant dans les eaux douces telles les espèces de la classe des Potametea pectinati. Contr. : **microphyte**

a) macrophytes émergentes

b) macrophytes à feuilles flottantes

c) macrophytes submergées

Oligotrophe : se dit d'un milieu, d'un sol, d'une eau très pauvre en matières nutritives assimilables, généralement acide, aux activités biologiques réduites. Contr. eutrophe

Palustre : désigne une espèce ou une communauté végétale liée aux marécages

Potamion : forme abrégée de « Potamogetonion » pour une question d'euphonie. Alliance groupant les communautés aquatiques, plus ou moins pionnières, des eaux douces, calmes à faiblement courantes, moyennement profondes

Semi-aquatique : soumis à une alternance de périodes d'émersion et d'immersion

Subcosmopolite : qualifie un taxon abondamment répandu à la surface de la terre mais dont l'aire présente des lacunes de répartition

Ténagophyte : plante accomplissant son cycle biologique entièrement sous l'eau du grec « tenag », bas-fond humide et vaseux

Terre fine : ensemble des éléments inférieurs à 2 mm.

Vase : mélange de très fines particules minérales et de matière organique formant un dépôt au fond des eaux calmes

